Lebensraum Gewässerboden

Otto MOOG

Abstract: **River Bottom Habitats**. The article describes the river bottom as environment that is tightly linked and connected with the riparian and terrestrial zone as well as with the hyporheic interstitial and the groundwater. A special focus is given on the habitat-specific colonisation by explicit benthic invertebrate assemblages and selected habitat-specialists. Among the mineral habitats bedrock, boulders, cobbles, stones, pebbles, gravel, sand, mud and clay are described, defined and depicted. The organic habitats comprise the algae, lichens, mosses, macrophytes, fine and coarse particulate organic matter (eg. fallen leaves), living (eg. roots) and fallen wood. The main option of the article is to make the reader aware that the majority of benthic life, production and provision of ecological services remain invisible and happen in the hidden environment of the river bottom.

Key words: Benthic invertebrates, river bottom, mineral and organic habitats, lateral and vertical connectivity.

Einleitung

Für viele von uns reicht der Lebensraum eines Fließgewässers oder Sees von der Wasseroberfläche bis zur Gewässersohle. Dabei sind gerade die für uns nicht sichtbaren, tieferen Bodenbereiche die wichtigsten Zonen. In Bächen oder Flüssen herrscht hier die höchste Artenvielfalt der Kleinlebewesen und findet die größte Produktivität statt. Das Geheimnis zum Verständnis dieser Unterwasserwelten liegt im Wissen um die räumliche Vernetzung und Dimension des Benthals, wie die Bodenzone eines Gewässers von Fachleuten genannt wird. Im Folgenden wird kurz auf die verschiedenen Lebensräume der Gewässersohle eingegangen, die Vernetzung zu den Uferzonen und zum Grundwasserkörper beschrieben, und am Beispiel ausgewählter Organismen die Bodenfauna und deren Ansprüche an den Lebensraum charakterisiert.

Gewässer prägen die Landschaft. Selbst bei oberflächlicher Betrachtung des österreichischen Gewässernetzes im relativ großen Maßstab von 1:500.000 wird deutlich, wie stark unsere Wasserkörper mit der Landschaft vernetzt sind (Abb. 1). Diese Vernetzung ist sehr weitreichend und tiefgreifend. Daher gilt auch umgekehrt: die Landschaft prägt die Gewässer. Fast alle Aktivitäten in einem Einzugsgebiet wirken sich auf die Prozesse in den Gewässern und somit auf die Gewässergüte und die ökologische Funktionsfähigkeit der Wasserkörper aus.

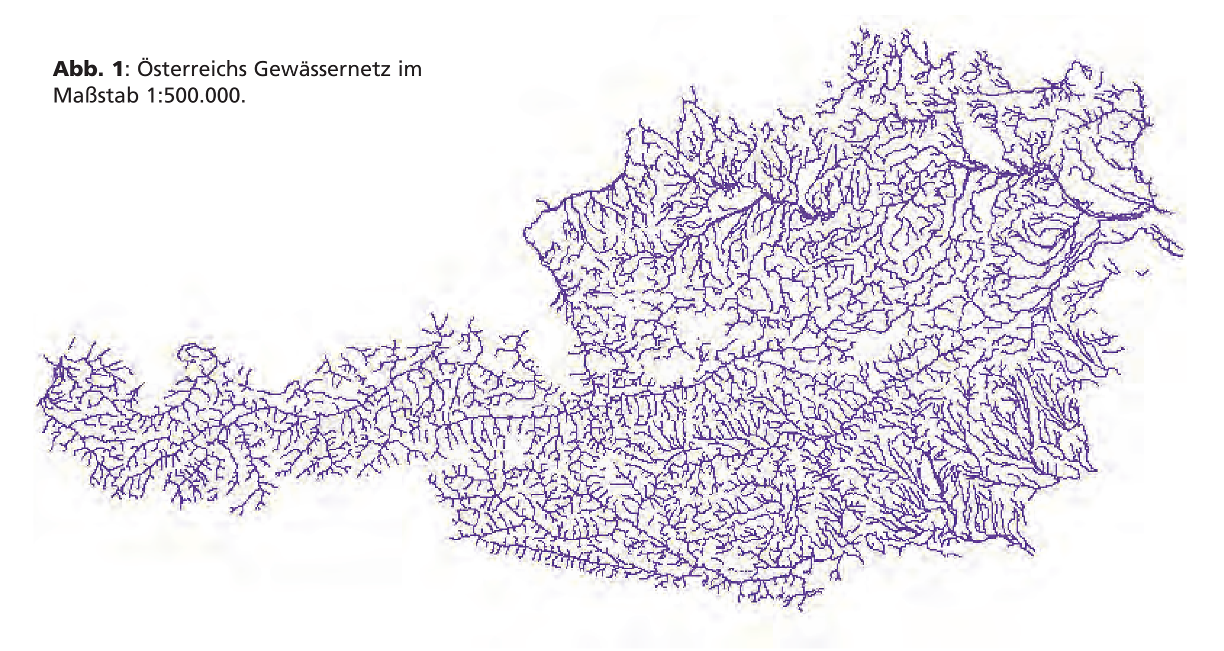


Abb. 1: Österreichs Gewässernetz im Maßstab 1:500.000.

Denisia **33**,
zugleich Kataloge des oberösterreichischen Landesmuseums
Neue Serie **163** (2014):
231-249



Abb. 2: Aubereich der Fischa bei Pottendorf, Niederösterreich. Foto: O. Moog.

Die enge Verbindung des aquatischen Lebensraums mit der terrestrischen Umgebung bleibt dem menschlichen Auge meist verborgen. Neben den allgemein bekannten Wasser-Land-Übergangszonen (etwa Flussböschung, Uferzone, Auwald) gibt es auch im Untergrund eine enge Vernetzung der beiden Lebensräume. Während bei undurchdringlichen Uferpartien, etwa anstehendem Fels, die Grenzzone vergleichsweise gering dimensioniert ist, können sich in durchlässigen Schotterkörpern die Grenzbereiche bis zu 2 km hinziehen.

Im klassischen Fall des Wasser-Land-Überganges liegt ein Bereich vor, der von drei Lebensgemeinschaften besiedelt bzw. benützt wird: den terrestrischen Tieren mit Wasserbezug, den aquatischen Tieren die ans Land müssen, und den eigentlichen Ufertieren (ripicole Fauna).

Wasser-Land-Übergange stellen also Ökotone im Sinne von NAIMAN & DECAMPS (1990) dar. Solche Übergangszonen sind durch hohen Artenreichtum gekennzeichnet und weisen (vor allem in Aubereichen; Abb. 2) oft höhere Energieumsätze als die angrenzenden Flächen auf. Die hohe Biodiversität von Auzonen lässt sich am Beispiel des Makrozoobenthos der Donau leicht veranschaulichen: von insgesamt 897 Arten kommen 693 in den Augewässern der Donau vor (MOOG et al. 1994). Eine Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur von DEPISCH (1999) belegt eindrucksvoll die hohe Biodiversität der Uferzonen: sogar in Oberläufen von Bächen, wo diese Übergangszonen räumlich geringer dimensioniert sind, kommen etwa gleich viele Makrozoobenthos-Arten vor wie im eigentlichen Bachbett; das heißt, durch die Uferbereiche kann sich die Artenzahl der Kleinlebewesen der Gewässersohle verdoppeln (vgl. GRAF & DEPISCH 1999). In ebenen Talschaften oder Fluss-Unterläufen stellen vor allem die Auen ein bedeutsames Ökoton zwischen Land und Wasser (SCHIEMER & ZALEWSKI (1992), SCHIEMER & WAIDBACHER 1998) mit mannigfachen ökosystemaren Dienstleistungen und Funktionen dar (etwa Hochwasser-Retention, Nährstoffspeicher), (vgl. SANON et al. 2012, RECKENDORFER 2013).

Auch in der Vertikalen findet eine – für das menschliche Auge unsichtbare –Vernetzung statt. Die Gewässersohle steht mit den unterirdischen Hohlraumsystemen und dem Grundwasser in enger Beziehung, wobei der Austausch in beide Richtungen erfolgen kann: ein Oberflächengewässer kann durch Versickern das Grundwasser speisen (z.B. die Schwarza oder die Piesting nach ihrem Eintritt in das Wiener Becken), oder Grundwasser tritt in das Flussbett aus (z.B. in die Traun bei Siebenbrunn; daher der Name). Beide Phänomene können aber auch am gleichen Fluss, wenn auch an unterschiedlichen Abschnitten, auftreten (z.B. an der Mattig). Das Schema in Abb. 3 zeigt, dass sich die wassergefüllten Zonen eines Baches sehr weit ins unterirdische Umland erstrecken aber auch mit dem Grundwasser in Verbindung stehen.

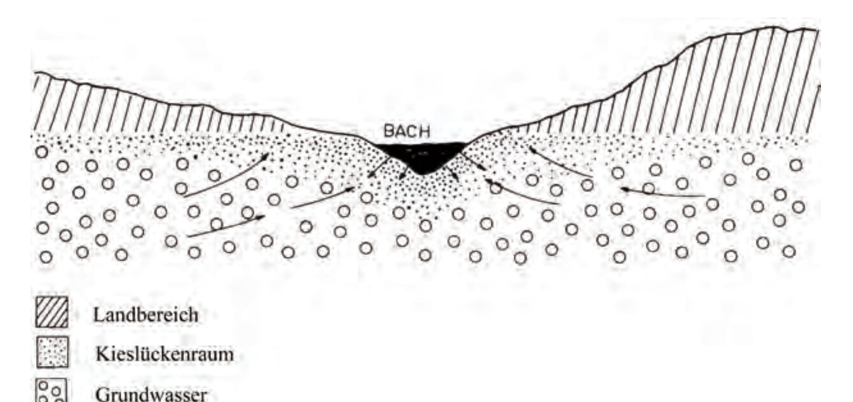


Abb. 3: Vertikale Vernetzung eines Bachs mit dem Kieslückensystem und dem Grundwasser, nach SCHWÖRBEL 1967, verändert.

Als hyporheisches Interstitial wird der Lebensraum des Hohlraumsystems in dem von Fließgewässern abgelagerten Geröll bezeichnet, das sich dicht neben oder unter dem Oberflächenwasser eines Fließgewässers befindet. Auch das hyporheische Interstitial ist ein Grenzökosystem (Ökoton) und bildet die Übergangs- und Austauschzone zwischen einem Oberflächenwasser und seinem Grundwasser. Das hyporheische Interstitial bietet für viele Organismen eines Fließgewässers wichtige Lebensräume. Neben vielen Arten, die den Gewässerboden oder das Grundwasser bewohnen und gewisse Lebensphasen hier verbringen, gibt es auch Arten, die ausschließlich oder bevorzugt im hyporheischen Interstitial leben (Abb. 4). Sie werden als „Hypo-

rheophile“ und „Hyporheobionte“ bezeichnet. Als Bewohner des Lückensystems im Gewässerboden haben diese meist eine langestreckte, schlanke Körperform oder eine geringen Körpergröße.

Bemerkungen zur Fachterminologie

Zu Beginn gilt es einige nomenklatorische Besonderheiten zu klären, da wissenschaftliche Fachausdrücke für eine exakte Ausdrucksweise unverzichtbar sind. Allerdings haben sich im Laufe der Zeit – wohl einer Mode folgend – auch synonym verwendete Begriffe eingebürgert. So werden beispielsweise die Teil-Lebensräume der Gewässersohle nach STEFFAN (1965) als Choriotope bezeichnet. Damit meinen die Ökologen Bettsedimente wie etwa Sand, Kies und Blöcke aber auch organische Aufwüchse (z.B. Fadenalgen), lebende Pflanzen(teile) wie ins Wasser ragende Baumwurzeln, Laubablagerungen oder gar Fallholz (MOOG 1988). Die Ausweisung von strukturbildenden Substraten in der angewandten Gewässeranalyse (z.B. als Choriotope) trägt dem Umstand Rechnung, dass die genannten Lebensräume von jeweils typischen Tiergemeinschaften (Zönosen) besiedelt werden.

Neben dem Terminus Choriotop – der teilweise umstritten ist (NEHRING & ALBRECHT 2000) – werden in der Fachliteratur gelegentlich auch Begriffe wie Lebensstätte, Lebensraum, Biochorion, Bettsedimente, Geschiebe, Substrate oder Habitate verwendet.

Während der Choriotopbegriff in der deutschsprachigen angewandten Gewässerökologie so fest verankert ist, dass etwa die Choriotope in die Önorm M 6232 (Richtlinie zur ökologischen Untersuchung von Gewässern) aufgenommen wurden, fangen die englischsprachigen Hydrobiologen und Limnologen wenig mit diesem Fachwort an. Um international verständlich zu bleiben, wird daher oft auf den Terminus „Habitat“ zurückgegriffen, dessen ursprünglich klare Bedeutung (Habitat = Lebensraum einer Art) in diesem Kontext allerdings verwässert wird.

Der große Vorteil der Choriotoptypologie besteht darin, dass die Teillebensräume mit wissenschaftlichen Fachtermini belegt und im Hinblick auf die Korndurchmesser definiert sind. Somit besteht keine Verwechslungsmöglichkeit, während deutschsprachige Ausdrücke wie etwa Kies oder Schotter mehrdeutige Auffassungen im normalen Sprachgebrauch zulassen. Im Gegensatz zur Korngrößenklassifikation der Mineralogen oder Baustoff-Fachleute, die von rein sortierten Korngrößenklassen ausgehen, stellen die Choriotope meist ein Gemisch verschiedener Bettsedimente dar, wobei die größte Kornfraktion den Namen bestimmt. Nehmen wir zum Beispiel ein typisches Geröll eines Mittelgebirgsbaches her, so finden wir innerhalb der Handteller-großen Steine – dem namensgebenden Mesolithal – auch kleinere Fraktionen von Hühnerei- bis Taubenei-Größe (Mikrolithal), Erbsengröße (Akal) sowie Sanden.

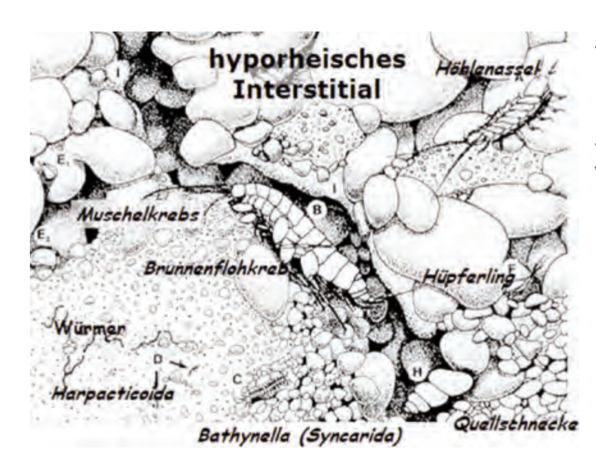


Abb. 4: Tierwelt im Kieslückensystem (hyporheisches Interstitial); Graphik von M. Mizarro-Wimmer, verändert.

Die artenmäßig am auffallend vielfältigsten Klein-Lebewesen der Gewässersohle werden als **Makrozoobenthos** bezeichnet. Dazu zählen alle aquatischen Bodentiere, die keine Wirbelsäule besitzen und in zumindest einem Lebensstadium mit freiem Auge zu sehen sind. In Österreich sind derzeit etwa 3500 Makrozoobenthos-Arten nachgewiesen, wobei aber einige artenreiche Gruppen noch gar nicht untersucht bzw. katalogisiert wurden.

Lebensräume der Gewässersohle

Im Zuge vorliegenden Artikels werden dezidiert das Benthal, der Lebensraum Gewässersohle und seine tierischen Bewohner – das Makrozoobenthos – behandelt. Auf die einzelnen Teil-Lebensräume wird im Sinne der Arbeiten von BEHNING (1928), EINSELE (1960), WAGNER (1960), STEFFAN (1965), HUSMANN (1966), WACHS (1968), BRAUKMANN (1987), MOOG 1988, 1990, 2004, ÖNORM M6232 (1997), AQEM (2002) und STAR (2005) eingegangen.

Innerhalb der minerogenen Choriotope reicht die Palette von den kleinsten Korndurchmessern der Tonfaktion (Lebensraum Argillal) bis hin zum gewachsenen Fels (Lebensraum Megalithal). Die organischen Choriotope beinhalten lebende und tote Pflanzenstrukturen, die von den Bakterien, Pilzen, Algen, Flechten, Farnen, Moosen und höheren Wasserpflanzen bis hin zu Baumwurzeln, Totholz oder gar Faulschlämmen reichen.

Je nach Gewässertyp kann der Untergrund sehr heterogen und vielfältig, aber auch monoton gestaltet sein. Stehende Gewässer, Flachlandflüsse oder Fließstrecken mit homogenem Strömungsmuster weisen eher gleichartig gestaltete Böden auf (z.B. Sand- oder



Abb. 5: Vielfältige Unterwasser-Lebensräume im Mitterweissenbach, Oberösterreich. Foto: H. Hois.

Tabelle 1: Typen von Strömungsanpassungen der aquatischen Fauna

stagnobiont	Stillwasserarten, vorwiegend im stehenden Wasser lebend (limnobiont)
stagnophil	Ruhigwasserbewohner; strömungsmeidend, nur selten in träge fließenden Gewässern (limnophil)
limno-rheophil	Stillwasserart, die häufiger auch in träge bis langsam fließenden Gewässern vorkommt
indifferent	keine Präferenz für fließendes oder stehendes Wasser
rheo-limnophil	Fließwasserarten, die vorwiegend in langsam fließenden Gewässer vorkommen
rheophil	strömungsliebend, Organismen, die das fließende Wasser bevorzugen
rheobiont	strömungsbewohnend; Organismen, die ausschließlich starke Strömung bevorzugen



Abb. 6: Unterwasseraufnahme gewaltiger Felsblöcke. Foto: H. Hois.

Schlammablagerungen). Fließstrecken mit gewundenem Verlauf oder stärkerem Gefälle begünstigen oft ein Mosaik unterschiedlichster Teillebensräume. Als visuelle Einstimmung in diese Problematik zeigt Abb. 5 die abwechslungsreiche Sohle des Mitterweissenbaches im Salzkammergut: Felswände, große Blöcke und Steine verschiedenster Körnung bis hin zum Grobkies sowie Algen und Totholz bilden einen heterogenen Unterwasser-Lebensraum.

Unter **Megalithal** versteht man den Lebensraum der Oberfläche von **großen Stein-Blöcken** bis hin zum **anstehenden Muttergestein**, wobei als Mindestdurchmesser eine Korngröße von 40 cm gegeben sein muss (Abb. 6-8). Die Lebensgemeinschaft des Megalithals ist also an die Hartsubstrate der Steinoberflächen gebunden und hat keine Verbindung zum Kieslückenraum. Da große Steinblöcke häufig von rasch fließendem Wasser überströmt werden, haben sich viele Megalithal-Bewohner auf eine (semi)sessile Lebensweise umgestellt. Um auf ihrer Unterlage fest aufsitzen zu können, mussten die Tiere unterschiedlichste Techniken oder anatomische Besonderheiten entwickeln, wie etwa Klebevorrichtungen, Hakenkränze oder Saugnäpfe.

An dieser Stelle ist anzumerken, dass die Steine mit großem Korndurchmesser (das Geschiebe) von höchst unterschiedlich schnell strömendem Wasser überspült werden. Um an den Platz zu gelangen, wo wir sie im Flussbett sehen, werden sie vom fließenden Wasser auf oder nahe der Gewässersohle gleitend, rollend oder springend transportiert. Sinkt die Strömungsgeschwindigkeit und damit die sogenannte „Schleppspannung", stellt sich der Geschiebetransport ein und das Steinmaterial wird abgelagert. Der Wasserstand, der die größte Geschiebefracht bewirkt, wird als bettbildender Wasserstand bezeichnet. Das bedeutet, dass die „Stein-Fauna" des Mega-, Makro- und Meso-Lithals jeweils auch an die Strömungsbedingungen ihrer minerogenen Lebensräume angepasst sein muss. In dieser Hinsicht werden normalerweise die in Tabelle 1 zusammengefassten Strömungsanpassungen bzw. Präferenzen unterschieden (nach Schiemer & Waidbacher 1992, Schmedtje 1995; Schmedtje & Colling 1996; Pottgiesser et al. 2005).

Für das Verständnis der Besiedlung und ökologischen Funktionalität der „Unterwasserwelten" eines Gewässerboden bedeutet das, dass die Fauna eines Standortes im Hinblick auf die Choriotope nicht nur vom Typ eines Substrates sondern auch von der Geschwindigkeit der Wasserströmung bestimmt wird.

Innerhalb der Megalithalfauna stechen die Larven der Kriebelmücken am auffälligsten hervor, da sie gerne in großen Dichten die Hartoberflächen stark überström-

ter Blöcke oder Felswände besiedeln (Abb. 9). Von über 1.600 Arten weltweit sind in Österreich 47 Kriebelmückenarten nachgewiesen, die je nach ihren Milieuansprüchen und Lebensgewohnheiten von hochgelegensten Gebirgsbäche bis zu langsam strömenden Flüssen des Flachlandes vorkommen (CAR & MOOG 2002). Mit einem Hakenkranz am Hinterleib vermögen sich die Larven in einem selbst hergestellten Seidengespinst auch in stärkster Strömung noch festzuklammern. Dazu werden mit Hilfe von – im Bereich der Mundwerkzeuge situierten – Spinndrüsen Fäden erzeugt. Die Fäden werden mit einem unpaaren „Vorderfuß" an der Stein- oder Holz-Unterlage gleichsam als Haltevorrichtung arrangiert. Einmal festgeklammert richten sich die Larven mit ausgestreckten Fangfächern (einer Bildung der Oberlippe) auf und filtern das Wasser nach geeigneter Nahrung durch. Kleinere Ortsveränderungen bewerkstelligen sie nach dem Prinzip der Spanner-Raupen. Für größere Entfernungen seilen sie sich an selbstverfertigten Spinnfäden ab.

In noch stärkerer Strömung von bis zu drei Meter pro Sekunde können sich die Larven Lidmücken (Blephariceridae) festhalten (Abb. 10). Sie benützen dazu sechs, an der Bauchseite ausgebildete Saugnäpfe (Abb. 11). Diese Saugnäpfe stellen ein Wunderwerk tierischer Anatomie dar, welches den hochtechnischen Saugnäpfen menschlicher Ingenieurskunst in nichts nachsteht. Durch das kolbenartige Einziehen des inneren Mittelteils der Saugnäpfe erzeugen sie Vakuum und kleben an den Steinoberflächen fest. Durch kleine Härchen auf der Saugnapffläche wird die Haftung noch erhöht. Als Antagonist der Kolbenmuskulatur dient der Hämolymphdruck, RIETSCHEL (1961). Die Fortbewegung in hohen Strömungsgeschwindigkeiten ist gefährlich und kompliziert. FRUTIGER (2002) hat erforscht, dass Ortsveränderungen und seitliche Bewegungen meist so ablaufen, dass gewisse Saugnäpfe festkleben bleiben während die anderen eine neue Position einnehmen. Die etwa ein cm großen Larven ernähren sich durch Abweiden des Algenaufwuchses überströmter Felsblöcke. Selbstverständlich können sie auch Stellen mit geringerer Strömung besiedeln, aber im unwirtlichen Habitat der Stromschnellen sind die Lidmücken die einzigen, die diese Nahrungsressource nützen können. In Österreich sind 3 Gattungen mit etwa 6 Arten dieser an extreme Strömung angepassten Mücken nachgewiesen (ZWICK 2002).

Dem Lebensraum **Makrolithal** wird **grobes Blockwerk** zugeordnet; etwa kopfgroße Steine ab 20 cm Durchmesser bis maximal Blöcke unter 40 cm Durchmesser vorherrschend, mit variablen Anteilen von Steinen, Kies und Sand.



Abb. 7: Unterwasseraufnahme: Megalithal-Steine bieten Fischen Schutz vor der Strömung. Foto: H. Hois & G. Kapfer.

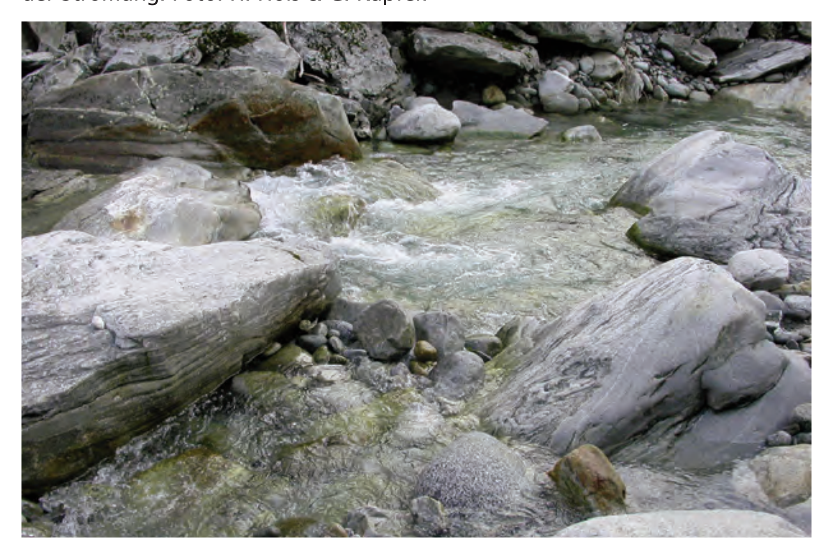


Abb. 8: Dem Bachwanderer bietet sich das Megalithal meist in Form über die Wasseroberfläche hinausragenden Blöcke dar; Zemmbach, Tirol. Foto: O. Moog.

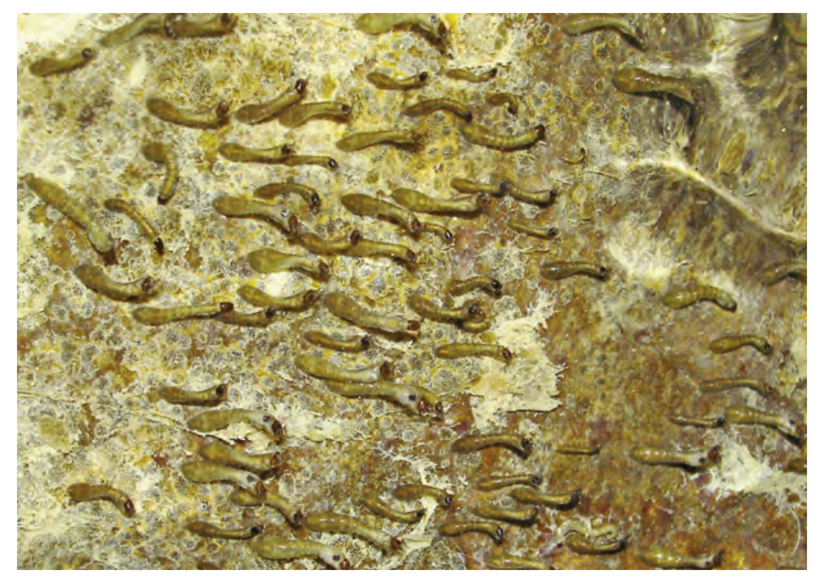


Abb. 9: Dichte Besiedlung von Kriebelmücken-Larven (Simuliidae) auf einem Megalithal-Block. Foto: W. Graf & A. Schmidt-Kloiber.



Abb. 10: *Liponeura*-Larve. Foto: W. Graf & A. Schmidt-Kloiber.

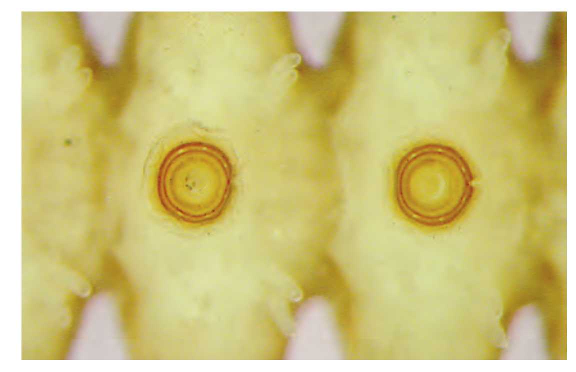


Abb. 11: Saugnäpfe von *Liponeura* in Großaufnahme. Foto: W. Graf & A. Schmidt-Kloiber.



Abb. 12: Bachbett der Ysper mit hohem Makrolithal Anteil. Foto: O. Moog.

Abb. 12 zeigt das Bachbett der Ysper, dessen Bettsedimente durch einen hohen Anteil an makrolithalen Kornfraktionen geprägt werden. Vor allem zu Niederwasserzeiten bietet sich dieser Lebensraum dem terrestrischen Betrachten gut sichtbar dar. Zur Makrolithal-Fauna zählen zum Beispiel größere räuberische Organismen, die nur auf oder unter großen Steinen ihre Struktur- und Arealansprüche (z.B. Arealgröße, Refugialräume) erfüllt finden. Dazu zählen die drei bis vier cm großen Larven räuberischer Steinfliegen der Familien Perlidae (Abb. 13) oder Perlodidae.

Auch Egel haben mittels Unterdruck arbeitende Saugnäpfe entwickelt, die diesen Tieren einen ungefährdeten Aufenthalt in starker Strömung ermöglichen. Der Lebensraum des Makrolithals bietet diesen geschickten Predatoren hervorragend Jagdgründe, aber auch Schutz- und Rückzugsflächen. Allerdings haben viele in Fließgewässern vorkommende Egel ein sehr breites Spektrum an Wohngewässern und Habitaten. Vor allem in Bächen schlechterer Gewässerqualität kann man Egeln oftmals in großer Zahl auf großen Steinen angeheftet finden. Sie gelten bei Massenvorkommen als Zeiger-Organismen für stark verschmutze Gewässer. Nachstehendes Foto zeigt ein Stück Totholz mit dichtem Vorkommen des Schneckenegels *Glossiphonia* (Abb. 14).

Von einem funktionellen Saugnapf spricht man bei gewissen Eintagsfliegen der Familie Heptageniidae (Gattungen *Epeorus* und *Rhithrogena*), die auf und an Hartsubstraten des Makro- und Mesolithals in schnell strömenden Fließgewässern leben. Hier wird eine Saug-



Abb. 13: Larve der Steinfliege *Perla.* Foto: W. Graf.



Abb. 14: Schneckenegel *Glossiphonia*. Foto: W. Graf.



Abb. 15: Kiemensaugnapf von *Rhithrogena*. Foto: W. Graf.



Abb. 16: *Epeorus assimilis* (linkes Tier) und *Epeorus alpinus* (rechtes Tier). Foto: W. Graf.



Abb. 17: Flussmützenschnecke *Ancylus fluviatilis*. Foto: A. Mrkvicka.



Abb. 18: Strudelwurm (Turbellaria) auf Makrolithaloberfläche. Foto: W. Graf.

napfwirkung durch eine Kombination aus Körperstrukturen und Verhaltensweisen erzielt. Ausgehend von einem großen ersten Kiemenpaar bilden die restlichen, dachziegelartig übereinander gelegten Kiemen einen Ring, der den abgeflachten Tierkörper gut gegen die Unterlage anbindet und in dessen Innenraum durch Anheben der Brust und des Hinterleibes ein Unterdruck erzeugt wird.

Die blaue Ellipse um das Tier in Abb. 15 zeigt diese morphologische Situation. Gleichzeitig drückt die Strömung die Tiere gegen den Unterdruck, wobei die abgeflachte Kopf- und Brustpartie wie der Spoiler eines Sportwagens wirkt (Statzner & Holm 1982). Neuere Arbeiten geben allerdings den Hinweis, dass diese Saugnapffunktion zu relativieren ist, da das Festhaften in der Strömung auch mit einem beschädigten Kiemensaugnapf funktioniert (Ditsche-Kuru & Koop 2008). Jüngste Befunde einer Studie an der Eintagsfliegenlarve *Epeorus* gehen nun davon aus, dass an den Kiemenrändern Haftpolster in Form stumpfer Mikronadeln ausgebildet sind, welche ein Festhalten in der Strömung ermöglichen (Ditsche-Kuru et al. 2010). Von den beiden österreichischen Eintagsfliegenlarven der Gattung *Epeorus* (Abb. 16) stellt die Larve von *Epeorus assimilis* (linkes Tier) eine Art ohne, bzw. *Epeorus alpinus* (rechtes Tier) eine Art mit einem Kiemensaugnapf dar.

Vielen Schnecken wird ein saugnapfartiger Gebrauch des Fußes nachgesagt, weil sie die Kriechsohlen zentral anheben und auf diese Weise Unterdruck erzeugen, etwa die auch in stärkerer Strömung lebende Flussmützenschnecke *Ancylus fluviatilis* (Abb. 17). Auch die stromlinienförmige, „mützenartige" Schalenform von *Ancylus* wird als Anpassung an das Leben auf Steinen (Makrolithal, Mesolithal) in der Strömung angesehen. Grundsätzlich zählen Mollusken aber zu jenem Organismen-Typ, der sich mit klebriger Schleimsohle am Substrat befestigt, wie dies etwa auch die Strudelwürmer (Turbellaria), (Abb. 18) machen.



Abb. 19: Mesolithal-Bettedimente. Foto: H. Hois.



Abb. 20: Mesolithal-Sohle im Gießenbach; Mühlviertel, Oberösterreich. Foto: O. Moog.



Abb. 21: Sandboden im Grünen See bei Tragöß, Steiermark. Foto: H. Hois.

Faust- bis **handgroße Steine** zwischen 6,3-20 cm Durchmesser mit variablem Kies- und Sandanteil werden als **Mesolithal** bezeichnet. Das Mesolithal ist häufig gemeinsam mit der **Grobkies**-Fraktion abgelagert, die wissenschaftlich **Mikrolithal** genannt wird. Darunter fasst man 2-6,3 cm große Bettsedimente von Taubenei- bis Kinderfaustgröße zusammen. Meist sind zwischen den Grobkörnern Anteile von Mittel- und Feinkies sowie Sande abgelagert. Zur Fauna zählen mittelgroße bis kleinwüchsige Arten und Jugendstadien der Makrolithalfauna sowie der Großteil der typischen Steinfauna-Arten und die Kieslückenbewohner. Die Abb. 19 und 20 zeigen Mesolithal- und Mikrolithal-Böden in einer Unterwasseransicht und in einem Mühlviertler Bach.

Fein- und **Mittelkies** von 0,2-2 cm Durchmesser wird als **Akal** bezeichnet. Während sich an der Oberfläche manche Jugendstadien der großwüchsigen Steinfauna aufhalten, wird der klassische Lebensformtyp durch „Kieslückenschlängler“ repräsentiert. Darunter versteht man meist langgestreckte schlanke Tiere mit – wenn überhaupt vorhanden – elastischen Körperanhängen (z.B. Kiemen, Antennen, Beine). Klassische Bewohner des Lückensystems sind beispielsweise die Larven der Steinfliegen-Gattung *Leuctra*, von der mache Arten darauf angewiesen sind das hyporheische Interstitial passieren zu können. So braucht *Leuctra major* eine offene vertikale Verbindung zwischen Oberflächen- ins Grundwasser um ihren Entwicklungszyklus vollenden zu können (MEILE et al. 2005).

Körner zwischen 0,063-2 mm Durchmesser repräsentieren die **Sand-**Fraktion, das **Psammal**. In Oberläufen gelten Sandablagerungen als lebensfeindliche Zonen mit äußerst geringer Besiedlung durch Bodentiere. Der Grund dafür liegt in der hohen Mobilität der Sandkörner, die laufend von der Strömung abtransportiert werden. Nach einer Faustformel von EINSELE (1960) genügen bereits 0,4 m in der Sekunde um ein Sandkorn wegzuschwemmen. In langsam fließenden Abschnitten, oder träge dahin strömenden Tieflandflüssen können sich hingegen sehr stabile Sandablagerungen ausbilden, die viele Jahrzehnte überdauern und reich besiedelt sind (mündliche Mitteilung von Gernot Bretschko, dem ehemaligen Leiter der Biologischen Station Lunz/See). Die Abb. 21 und 22 geben einen Eindruck von sandgeprägten Lebensräumen.

Die typische, im Lückensystem lebende Sandfauna zeichnet sich meist durch sehr geringe Körpergröße und/oder einem sehr schlanken Körbaubau aus. Größere Organismen, im 1-3 Zentimeterbereich, leben zumindest teilweise im Sand eingegraben. Zur typischen Psammal-Gemeinschaft der Äschenregion zählen beispielsweise Zuckmücken der Unterfamilie Prodiamesinae (Gattungen *Monodiamesa*, *Odontomesa*, und gele-

gentlich *Prodiamesa*). Bei stärkerer Verschmutzung durch organisch belastete Abwässer sind die Prodiamesinen oftmals mit Bachröhrenwürmern der Unterfamilie Naidinae vergesellschaftet.

In Sandablagerungen der Barbenregion und Brachsenregion treten Flussmuscheln und grabende Eintagsfliegen, wie beispielsweise der selten gewordene *Ametropus fragilis* auf. *Ametropus* ist ein Bewohner großer Flüsse, die bevorzugt in der Ebene vorkommt. In Österreich tritt die Art nur in der Lafnitz auf (Kovacs et al. 2002), wo auch im Jahr 2013 W. Graf (Univ. für Bodenkultur Wien) die nachstehen Aufnahmen (Abb. 23) gelangen.

Im ein Jahr dauernden Larvenstadium besiedeln sie den sandigen Gewässergrund und halten sich meist teilweise eingegraben im Sand auf, so dass nur der Kopf und Vorderkörper herausschauen. *Ametropus* ernährt sich von Algen und anderem feinpartikulären organischen Material (FPOM), welches von der Substratoberfläche abgeweidet wird. Die Larven sind nachtaktiv.

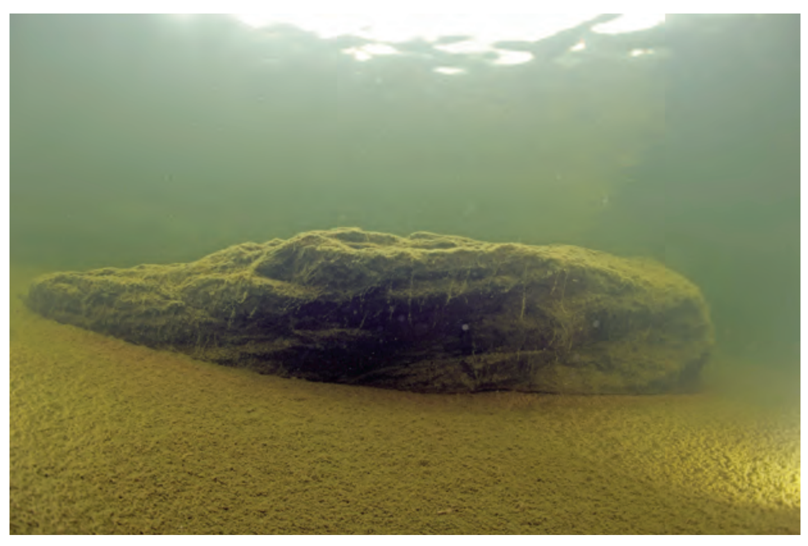


Abb. 22: Großer Felsblock eingebettet in Sand; Klaftersee, Steiermark. Foto Hois.

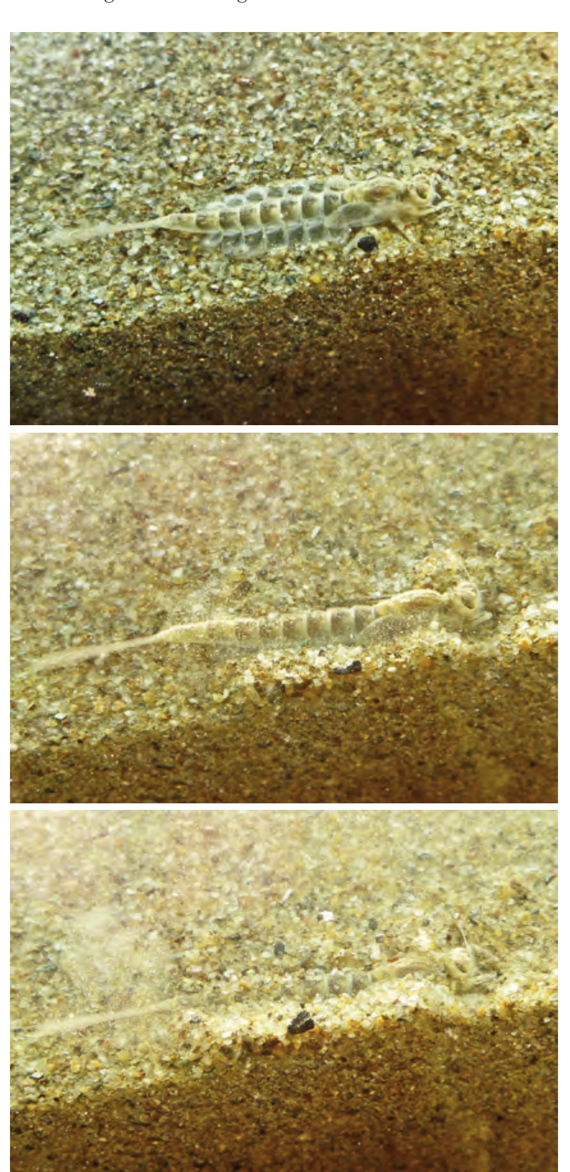


Abb. 23: Die Bildserie zeigt, wie sich die Larve *Ametropus fragilis* in das sandige Substrat eingräbt. Foto: W. Graf.

Abb. 24 zeigt einen sandgeprägten Mittellauf eines Mühlviertler Baches, des Sarmingbaches in Waldhausen. Allerdings ist dieser Zustand auf menschliche Aktivitäten zurückzuführen: die Sandablagerungen werden durch das Abbremsen der Wasserströmung oberhalb einer Wehranlage verursacht. Natürliche stabile Sandablagerungen findet man beispielsweise im Unterlauf der Donau und im Donau-Delta (Abb. 25).



Abb. 24: Bachsohle mit Psammal im Sarmingbach bei Waldhausen, Oberösterreich. Foto: O. Moog.



Abb. 25: Stabile Sandablagerungen an der Donau (Delta). Foto: B. Vogel.



Abb. 26: Psammopelal in der Raab bei Pieringsdorf, Burgenland. Foto: O. Moog.

Sinkt die Geschwindigkeit der Wasserströmung unter etwa 30 cm pro Sekunde mischen sich mehr und mehr Schlammanteile zu den Sandablagerungen. Dieser **schlammige Sand** wird als **Psammopelal** bezeichnet. Solche Schlamm-Sand-Ablagerungen sind deutlich reicher besiedelt als reine Sandbetten (SCHÖNBORN 1992). Die Raab bei Pieringsdorf kennzeichnet solch einen Bachabschnitt Abb. 26).

Der Terminus **Pelal** fasst die Feinsediment-Lebensräume **Schlick**, **Schluff** und **Schlamm** < 0,063 mm Korndurchmesser zusammen, die sich bei einem Absinken der Strömungsgeschwindigkeit unter 20 cm pro Sekunde ablagern können. Schlick kommt zwar in jedem Gewässer vor, wird aber im Sprachgebrauch eher für marine Sedimente verwendet. Schluff weist einen hohen mineralischen Anteil auf und kann häufig in von Gletschern beeinflussten Gewässern auftreten. Demzufolge ist der Schluff oftmals verfestigt und weist eine bloß geringe Benthosbesiedlung auf. Der Schlamm zeichnet sich durch einen hohen Gehalt organischer Substanzen aus, die eine wertvolle Nahrung für die Bodenfauna darstellen. Dadurch erreichen die Bodentiere hier oft hohe Dichten. Da organische Substanzen von Bakterien leicht abbaubar, also potentiell fäulnisfähig sind, kann der Schlamm unter Umständen wenig Sauerstoff enthalten. Bei völligem Sauerstoffschwund färbt sich der Schlamm schwarz und bekommt einen Geruch der an faule Eier erinnert (H_2S, Schwefelwasserstoff). In diesem Fall spricht man von **Faulschlamm** oder **Sapropel**. Unter natürlichen Bedingungen entsteht Faulschlamm kleinräumig in stabilen Ruhigwasserzonen aller Gewässertypen; großflächige Faulschlamme entstehen in nährstoffreichen Gewässern, Auen und Sümpfen, wenn organisches Material bei Abwesenheit von Sauerstoff biochemisch umgewandelt wird. Die häufigsten Faulschlammablagerungen weltweit sind allerdings eine Folge der Einleitung ungeklärter häuslicher, gewerblicher oder industrieller Abwasser in Bäche und Flüsse. Innerhalb der Industrieeinleitung haben vor allem Zucker-, Papier- und Zellstoff-Fabriken stark fäulnisfähige Abwässer. Österreich ist in der glücklichen Lage dieses Problem in den Griff bekommen zu haben. Durch leistungsfähige Kläranlagen bleiben unsere Bäche auch unterhalb großer Siedlungen oder Fabrikanlagen sauber.

Zufolge der geringen Korngröße kann sich der Schlamm nur in schwach überströmten Bacharealen absetzen, in Oberläufen also in geschützten Uferzonen (Abb. 27), Kehrwasserbereichen oder tiefen Gumpen. In Unterläufen und Altarmen kann das Schlammsubstrat vorherrschen. Die typische Schlammfauna unserer Gewässer setzt sich meist aus Vertretern von Zuckmückenlarven (Chironomidae) und diversen Würmern – meist Schlammröhrenwürmer (Wenigborster/Oligochaeta), aber auch Vielborstige Würmer (Polychaeta) der Art *Hypania invalida* – zusammen. Gelegentlich finden sich auch schlammbewohnende Klein- und Großmuscheln am Gewässergrund. Viele davon leben eingegraben im Feinsediment und sind nur schwer zu entdecken. Mit abnehmendem Sauerstoffgehalt ändert sich die Zönose. Die vormals artenreiche Tiergemeinschaft weicht wenigen, gegenüber Sauerstoffdefiziten toleranten Arten. Diese - ebenfalls Zuckmückenlarven und Schlammröhrenwürmer – sind leicht zu erkennen, da sie meist Hämoglobin in ihrer Körperflüssigkeit eingelagert haben und dadurch rot gefärbt sind. Mit Hilfe dieser Blutpigmente können sie den geringen Sauerstoffgehalt im Wasser zur Aufrechterhaltung ihrer Körperfunktionen ausnützen. Ist der Sauerstoff ganz aufgebraucht, verschwindet auch das tierische Leben am Gewässergrund.



Abb. 27: Schlammablagerungen mit Algenaufwüchsen; Ufer der Piesting bei Tattendorf, Niederösterreich. Foto: O. Moog.



Abb. 28: Schlammufer der Donau bei Bratislava. Foto: B. Vogel.



Abb. 29: Steilufer aus Tonablagerungen (Argillal); Mäander der Piesting bei Tattendorf, Niederösterreich. Foto: O. Moog.



Abb. 30: Vorderbeine und Mundwerkezeuge (Mandibelfortsätze) von *Palingenia longicauda.* Foto: W. Graf.

Allerdings gibt es eine Ausnahme, die sogenannten Rattenschwanzlarven. Diese Zweiflüglerlarven haben nämlich ein Atemrohr am Hinterleib, welches sie als Schnorchel verwenden und den Luftsauerstoff nützen (z.B. Syrphidae und Ephydridae). Die beiden Abbildungen zeigen nur bei Niederwasserführung existierende, ufernahe Schlammablagerungen an einem kalkgeprägten Mittellauf in südlichen Wiener Becken (Abb. 27, Piesting bei Tattendorf) sowie vergleichsweise stabile Schlammablagerungen an einem Donauufer bei Bratislava (Abb. 28).

Der Lebensraum der feinkörnigen **Ton**ablagerungen wird als **Argillal** bezeichnet. Die Namensgebung geht auf den berühmten Wolgaforscher Behning zurück (Behning 1928), der unter anderem die Zönose der Tonablagerungen studierte. Als Beispiel solcher Tone in Verbindung zu einem Wasserkörper zeigt Abb. 29 eine Ansicht des Piestingufers im südlichen Wiener Becken bei Tattendorf. Tonablagerungen bieten grundsätzlich einen wenig geeigneten Lebensraum für Benthostiere und nur „Lebensraumspezialisten" vermögen sich hier anzusiedeln. Dazu gehören etwa die grabenden Eintagsfliegen. Das „Wappentier" dieser Sedimentfraktion ist *Palingenia longicauda* („Theißblüte" genannt), die größte Eintagsfliege Europas. Die Larven graben mit ihren Mandibeln (Abb. 30) und Vorderbeinen U-förmige Wohnröhren von bis zu 15 cm Länge und 8 mm Querschnitt in den Ton. Die aufgrund der gut sichtbaren (und somit zählbaren) Wohnröhren festgestellte Dichte ergab eine Besiedlung von fast 4 000 Individuen pro m^2 (Russev 1987, Tittizer 2010).

In Österreich wird man *Palingenia* vergeblich suchen, da diese Art durch Gewässerverschmutzung (organische Belastung, Vergiftung) aber auch allge-



Abb. 31: Fall-Laub Anschwemmungen im Ruhigwasserbereich eines Bergbaches. Foto: H. Hois.

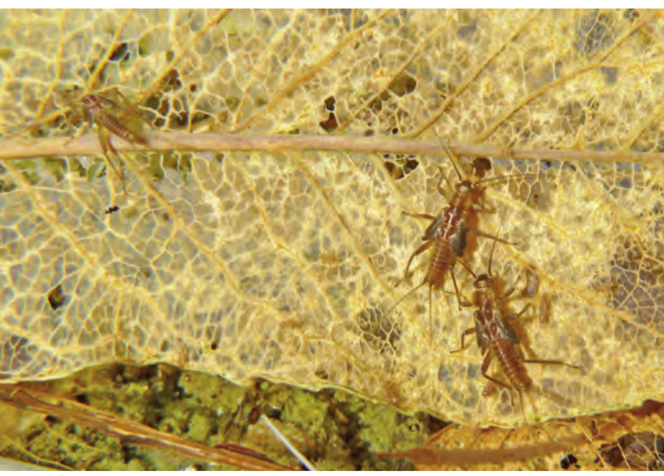


Abb. 32: Steinfliegenlarven (*Nemurella pictetii*) beim Zerkleinern eines Blattes. Foto: W. Graf.

meine Degradation (Hochwasserschutz, Stauhaltungen, Schifffahrt,…) in Westeuropa und großen Teilen Mitteleuropas seit etwa 1930 ausgestorben ist.

Das **Fall-Laub** ist eine wichtige Nahrungs- und Energiequelle für Bachtiere. Bachflohkrebse und viele Insektenlarven (z.B. Steinfliegen, Köcherfliegen und Schnaken) verkörpern hier den Ernährungstyp des Zerkleinerers. Mit Hilfe spezieller Mundwerkzeuge und Verhaltensweisen skelettieren sie die Blätter bis auf die Blattnerven und tragen auf diese Weise zum natürlichen Abbau der ins Gewässer eingebrachten Laubmengen bei. Abb. 32 zeigt Larven der Steinfliegenart *Nemurella pictetii* beim Zerlegen eines Blattes.



Abb. 33: Wohnköcher der Köcherfliegenlarve *Glyphotaelius*. Foto: W. Graf.



Abb. 34 Larven der Köcherfliege *Lepidostoma basale* nützen Totholz als Siedlungsoberfläche. Foto: W. Graf.

Indem die Benthostiere das Fall-Laub zerkleinern bereiten sie die – an sich schwer abbaubaren – Blätter für die Bakterien als ideales Nahrungssubstrat auf; die für Bakterien besiedelbare Blattoberfläche wird dadurch gewaltig vergrößert und damit die Abbaueffizienz deutlich erhöht.

Das Laub der Uferbäume hat für die genannten Falllaubfresser einen höchst unterschiedlichen Nährwert, der vom Stickstoffanteil im Blatt abhängt. Je höher der Stickstoffgehalt, bzw. je niedriger das Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff (C/N) des Laubes ist, desto effizienter ist das Wachstum der Flohkrebse und Insektenlarven. Die C/N-Verhältnisse in abgestorbenen Blättern heimischer Bäume sind sehr unterschiedlich und können insbesondere bei Nadelbäumen sehr hohe Werte zwischen etwa 70 bis 100 annehmen. Als idealer C/N-Wert wird ein Verhältnis von 20 bis 25 angesehen. Der Prozess des Bewuchses und des Durchwachsens mit Bakterien und Pilzen bis zu einem idealen C/N-Verhältnis dauert einige Wochen bis Monate. Auf diese Weise wird garantiert, dass auch Blätter mit ursprünglich niedrigem Stickstoffanteil zerkleinert werden und somit den Zerkleinerern das ganze Jahr über Nahrung zur Verfügung steht. Auf diese Weise unterliegen alle in das Bachbett eingetragenen Blätter dem Prozess der natürlichen Selbstreinigung.

Laub dient aber auch als Struktur/Lebensraum und als Baustoff, wie Abb. 33 am Beispiel der Köcherfliege

Glyphotaelius zeigt, die sich kleine Blattstückchen zurechtbeißt und daraus einen schützenden Köcher baut.

Auch dem **Fallholz** kommt in Gewässern eine besondere Bedeutung zu. Zum einen sind Holzteile (Baumstämme, Wurzeln, große Äste) Lebensraum für holzbewohnende bzw. holzfressende Organismen (z.B. Larven gewisser Käfer, Eintagsfliegen und Zweiflügler). Zum anderen erhöht Fallholz die Struktur des Flussbettes und die Rückhaltekapazität für organisches Nährstoffmaterial. Die Strukturen von ins Wasser gefallenem Totholz dienen als Fischrefugium bei Hochwässern, als Lebensraum für Jungfische sowie als Wohn-, Fress-, Eiablage- und Verpuppungsräume für Bachinsekten. Am Beispiel der Köcherfliegenlarven *Lepidostoma basale* wird die Bedeutung des Fallholzes als Strukturgeber deutlich (Abb. 34).

Der mit den Ansprüchen des Schutzwasserbaues in Konflikt stehende Totholz-Lebensraum ist in der österreichischen Kulturlandschaft heutzutage kaum noch anzutreffen. In natürlichen Gewässerökosystemen ist er hingegen sehr stark ausgeprägt, wie sich am Beispiel intakter Flussläufe entnehmen lässt. Dementsprechend steht die auf die untergetauchte Fallholzfraktion spezialisierte Lebewelt knapp vor dem Aussterben. Nachstehende Bilder zeigen den hohen Fallholz-Anteil in einem naturbelassenen Flyschbach, dem Lainzerbach im Lainzer Tiergarten im Wienerwald (Abb. 35) sowie am Gleitufer eines Piesting-Mäanders (bei Tattendorf) nach einem Hochwasser abgelagerte Baumstämme und Äste (Abb. 36).

Das Totholz wird von vielen Arten als Lebensraum, Struktur, Schutz und Nahrungsquelle genutzt. Die Funktion dieser Arten im Gewässerhaushalt liegt in der Tatsache begründet, dass sie die ins Gewässer gefallenen Holzteile zerlegen. In Flussstrecken mit schlammigen Bettsedimenten kommt dem Totholz eine wichtige Funktion als Hartsubstrat zu: hier können sich die Tiere während der sensiblen Verpuppungsphase bei guter Sauerstoffversorgung anspinnen, ohne von den Feinsedimenten verschüttet zu werden. Ebenso dient untergetauchtes oder schwimmendes Holz vielen Insekten als Untergrund zur Eiablage und als Ort der letzten, besonders heiklen Häutung vom Larven(Puppen)stadium zur landlebenden Adultform.

Die Nutzung des Holzes, nämlich als Lebensraum (Habitat) und Nahrungsquelle für die aquatische Bodenfauna, hängt in hohem Maße von seiner Verweildauer im Wasser bzw. seinem Verfallszustand (Mazeration) ab. Weiches Holz wird leichter von „Minierern" und „Bohrern" kolonialisiert. Frisches, härteres Holz dient eher „Filtrierern" und „Weidegängern" als Unterlage. Durch oberflächliches Abweiden und Abkratzen, durch Aushöhlen und Bohren von Wohn-, Fress-, Eiablage-, Verpuppungs- und Schutzgängen wird das ins Wasser gefallene Holz zerkleinert und der weiteren Aufarbeitung durch Mikroben und Pilze bis zur Mineralisation zugeführt. Das Zerlegen eines im Bach liegenden Baumstammes bedarf je nach Holzart, Größe und vorherigem Verrottungszustand etwa 10 bis 50, manchmal noch mehr Jahre.



Abb: **35**: Totholz in einem flyschgeprägten Oberlauf, Lainzerbach, Wien. Foto: O. Moog.

Ins Wasser hängende **Zweige von lebenden Gehölzen** stellen einen eigenen Lebensraum dar und bewirken allein durch ihre Eigenschaft als Strömungshindernis



Abb. 36:Totholzanlandungen im Gleituferbereich eines Mäanders der Piesting bei Tattendorf, Niederösterreich. Foto: O. Moog.



Abb. 37: Debrisdam im Quellbereich des Dorfbaches bei Hornstein, Burgenland. Foto: O. Moog.



Abb. 38: Weidenwurzeln unter Wasser. Foto: O. Moog.



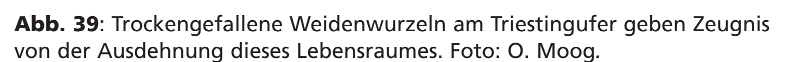


Abb. 39: Trockengefallene Weidenwurzeln am Triestingufer geben Zeugnis von der Ausdehnung dieses Lebensraumes. Foto: O. Moog.



Abb. 40: Prachtlibelle (*Calopteryx virgo*) an der Triesting bei Trumau, Niederösterreich. Foto: R. Baumgartner.



Abb. 41: Trockengefallene Bach- und Flussflohkrebse im Randbereich von Weidenwurzeln im Leitha-Werkskanal bei Götzendorf, Burgenland. Foto: O. Moog.

eine vielfältige Strukturierung der Gewässersohle mit Auskolkungen, Anlandungen und unterschiedlich zusammengesetzten Teillebensräumen. In relativ monoton gestalteten Gewässern stellen solche Zweige für viele Bachorganismen (z.B. Kriebelmückenlarven, netzspinnende Köcherfliegenlarven) oft die einzigen Habitate dar.

Quergelegte Äste oder Baumstämme bewirken Strömungsänderungen, mit zumeist einem Rückstau. Sinkt die Strömung in Bereichen solcher **Naturdämme** (im Fachjargon **„debris dams“** genannt) soweit ab, dass auch feinpartikuläres organisches Material sedimentieren kann, wird diese Nahrungsquelle von der Ernährungsgruppe der „Detritusfresser“ genützt. In kleinen Fließgewässern und Oberläufen enthalten diese Dämme bis zu 75% der gesamten organischen Substanz des Baches. Die Entfernung solcher Strukturen aus Fließgewässern kann einen Rückgang der Fischnährtiere und damit

auch der Fischfauna um 60 bis 90% zur Folge haben. Neben der Funktion als Nahrungsspeicher dienen diese Naturdämme auch Jungstadien vieler Arten als „Kinderstube“. Sehr mächtige Debrisdams sind im Oberlauf des Dorfbaches von Hornstein (Leithagebirge) abgelagert und ragen weit über die Wasseroberfläche hinaus (Abb. 37).

Ins Wasser hängende **Baumwurzeln** und **Wurzelbärte** stellen einen äußerst wichtigen Besiedlungsraum für die aquatische Fauna dar. Das Wurzelgeflecht der Ufergehölze bietet wegen der immensen Besiedlungsoberfläche zahlreichen Krebsen und Insektenlarven einen geeigneten Unterschlupf und ist schon allein wegen der sehr hohen Selbstreinigungsleistung der an die Wurzeln assoziierten Fauna sehr wichtig für die aquatischen Stoffumsätze. Die Wurzeln von Weiden sind anhand der unter Wasser typisch rotgefärbten Spitzen leicht zu erkennen (Abb. 38).

Das flächenmäßige Ausmaß des Lebensraumes „lebende Baumwurzeln“ lässt sich von der Oberfläche aus erst dann erkennen, wenn ein Bach trocken fällt (Abb. 39). Am Beispiel einer Restwasserstrecke der Triesting im Wiener Becken wird deutlich, welche Bedeutung die Wurzeln als Lebensraum und als Element des Wasser-Land-Überganges haben. In wasserbedeckten Triestingabschnitten finden sich in den Wurzeln pro Quadratmeter über einen halben Kilo Biomasse (Frischgewicht) an Bachflohkrebsen (*Gammarus fossarum*/*pulex*), Fluss-Flohkrebsen (*Gammarus roeselii*), und Libellenlarven: Prachtlibelle *Calopteryx virgo* (Abb. 40) und Gebänderte Prachtlibelle *C. splendens*. Vergleichbar hohe Biomasse-Werte von Bach- und Fluss-Flohkrebsen fand MEIßL (2012) in Wurzelbeständen des Leitha-Werkskanales bei Götzendorf (Abb. 41). Erst im Rahmen einer „Bachabkehr“ wurde der Unterwasser-Lebensraum für das menschliche Auge zugänglich. Im Zuge dieser Aktion wurde das Wasser des Mühlbaches abgelassen um Wartungsarbeiten im Gerinnebett und an den Turbinen von Kleinkraftwerken durchzuführen. Während die Fische vorher ausgefischt und gerettet wurden, kam es im wasserlosen Bachbett allerdings zu einer Katastrophe: die meisten Benthostiere (insgesamt 2,4 Tonnen) erstickten oder trockneten aus.

„**Algen**“ ist eine Sammelbezeichnung für eine heterogene Pflanzengruppe aus phylogenetisch unterschiedlichen Verwandtschaftsverhältnissen Die Aufwuchsalgen sind festsitzende, mit dem Substrat längerfristig verbundene Algen, wobei diverse Wuchsformen unterschieden werden. Abb. 42 zeigt einen sehr typischen Aufwuchs von Kieselalgen im Bachbett der Triesting bei Tattendorf (Niederösterreich), welcher in den randlichen Wasseranschlagszonen von Grünalgen gesäumt ist. In Ober- und Mittelläufen sind Aufwuchsalgen sowohl Nahrung



Abb. 42: Algenaufwuchs in der Triesting. Foto: O. Moog.

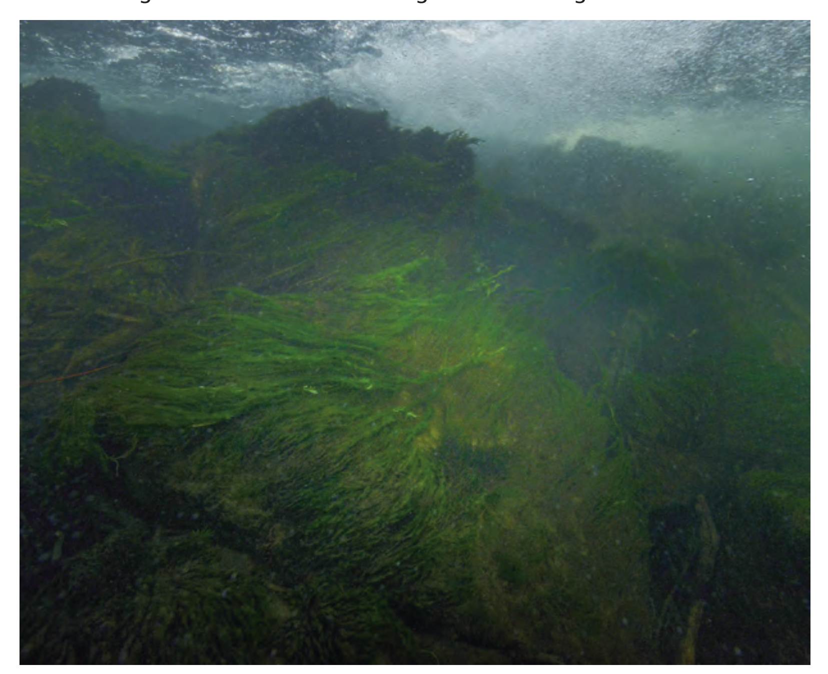


Abb. 43: Grünalgenbüschel in der Donau. Foto: G. Kapfer.



Abb. 44: Algenaufaufwüchse im Altausseersee, Steiermark. Foto: H. Hois.

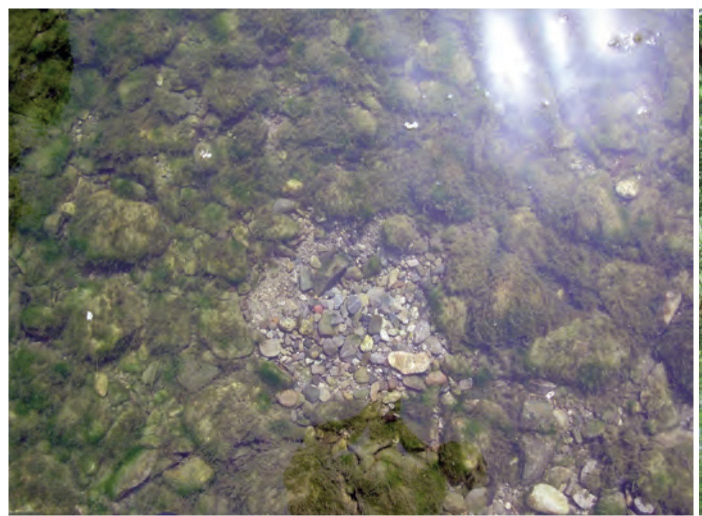


Abb. 45: Steine (Mesolithal und Mikrolithal) mit Grünalgenaufwüchsen. An der blanken Stelle in Bildmitte wird unter der entfernten Deckschicht die algenfreie Steinsohle sichtbar. Foto: O. Moog.



Abb. 46: Makrophytenbewuchs (*Berula erecta*, aufrechte Berle) im Oberlauf eines quellgespeisten Flusses der Flachländer. Foto: O. Moog.



Abb. 47: Unterwasserpflanzen als Strukturgeber in der Ager, Oberösterreich. Foto: G. Kapfer.



Abb. 48: „Unterwasserpflanzen-Wiese" aus Armleuchteralgen im Lechauersee, Tirol. Foto: H. Hois.

wie wichtige Strukturgeber am Gewässergrund. Die Formen reichen von dünnflächigen Aufwüchsen über mehrschichtige Algenkörper in Krusten und Pustelform bis zu flockigen, zottigen, bärtigen oder fadenförmigen Algen von mehreren Dezimetern Länge (Abb. 43). Eine der häufigsten Algen österreichischer Bäche, die Goldalge *Hydrurus foetidus* ist Lebensraum für die Zuckmücken-Larven der Gattung *Diamesa* und viele Arten der Unterfamilie Orthocladiini, aber auch – vor allem wenn die Algen absterben – wichtige Nahrung.

Abb. 44 zeigt fädige Algenaufwüchse auf Sedimenten eines Stillgewässers, dem Altausseersee im steirischen Salzkammergut.

Als Pflanzen sind Algen vom Licht abhängig. Sie können daher nur die Oberflächenbereich der Bettsedimente besiedeln. Während in reinen, nährstoffarmen Gewässern die Algen bloß in geringen Dichten aufwachsen, können sie in nährstoffreichen Gewässern durchaus auffällige Überzüge entwickeln. Abb. 45 präsentiert Steine (Mesolithal und Mikrolithal) mit ausgeprägten Grünalgenaufwüchsen, die den Benthostieren reichlich Nahrung bieten. Um den Einfluss der Algen zu veranschauliche, wurden ein paar algenbewachsene Steine abgehoben. An der blanken Stelle in Bildmitte wird unter der entfernten Deckschicht die algenfreie Steinsohle sichtbar.

Grundsätzlich stellen Wasserpflanzen, wie Algen, Flechten, Farne, Moose und höhere Pflanzen (Makrophyten) für Fische und Bodenlebewesen zwar wichtige Nahrungslieferanten dar, sind aber vor allem auch bedeutende Strukturelemente, also Lebensraum.

Flechten sind symbiontische Organismen aus Pilz- und Algenpartnern und gelten als gute Umweltindika-

toren. Im aquatischen Bereich ist allerdings noch viel Grundlagenforschung zur Systematik und Biologie zu leisten, damit Wasserflechten für das Biomonitoring präziser einsetzbar werden. Im Freiland sind Flechten sehr leicht mit Blaualgen zu verwechseln.

Als **Makrophyten** werden alle Wasserpflanzen mit funktionell gegliedertem Aufbau in Wurzel, Stamm und Blätter bezeichnet; dazu zählen Armleuchteralgen, Wassermoose, Wasserfarne und Blütenpflanzen. Je nach Standort werden im Sprachgebrauch Sumpfpflanzen, Uferpflanzen, Röhrichtpflanzen, Schwimmpflanzen oder Tauchpflanzen unterschieden. Makrophyten sind in der Regel viel größer als die assoziierte Tierwelt, ihre funktionelle Bedeutung als Wohnraum überwiegt daher meist bei weitem ihren Wert als Nahrung. Makrophyten sind wichtige Strukturgeber. Sie fungieren als Substrat für pflanzlichen Aufwuchs (Epiphyten) und zahlreiche zoobenthische Arten, sind Anheftungsplatz von Fisch- und Amphibienlaich, „Kinderstube", Schutz und Versteck für Fische und andere Tiere. Aus der Landsicht gibt Abb. 46 und aus der Wassersicht geben die Abb. 47 und 48 einen Eindruck der Wasserpflanzen-Lebensräume.

Wassermoose kommen vor allem in Quellen und Bachoberläufen in großer Artenzahl vor. Moose wachsen in Fließgewässern in einer lateral typisch ausgeprägten Zonierung mit zahlreichen Arten. Unterwasser (submers) lebende Arten besiedeln an geeigneten Standorten oftmals in hoher Dichte die grobkörnigen, minerogenen Choriotope. Gegen den Wasser-Land-Übergang zu dominieren hygrobionte und hygrophile Moosarten. Während die Blätter nur für gewisse Nahrungsspezialisten attraktives Futter bieten, liegt für die Mehrzahl der Bodenfauna die überwiegende Bedeutung der Wassermoose im Strukturangebot. In Lebensraum „Wassermoosbestand" liegt die Biomasse der Fischnährtiere deutlich höher als an der unbewachsenen Gewässersohle. Einen Eindruck von der moosgeprägten Unterwasserwelt gibt Abb. 49 am Beispiel reich bewachsener Ufersteine der Donau.

Während unter den **Wasserfarnen** der Pillenfarne (*Pilularia*) und der Kleefarn (*Marsilea quadrifolia*) eher nur den Spezialisten bekannt sind, genießt der **Wasserfarn** *Salvinia natans* durch seine Verwendung als Aquarienpflanze einen höheren Bekanntheitsgrad. Als Fresspflanze wohl weniger bedeutend, kommt den an der Wasseroberfläche als Schwimmpflanze treibenden Farnen eine wichtige Stellung als Struktur und Lebensraum zu.

Für zahlreiche Fließgewässerarten ist also eine extrem enge Habitatbindung an ausgewählte Choriotope nachgewiesen. Manche Arten ändern aber ihre Habitatansprüche im Zuge ihrer Entwicklung und suchen aktiv unterschiedliche Lebensräume auf. Solche Arten können also nur innerhalb eines Sets von Habitaten überleben, wobei deren Mosaikstruktur diesen Ansprüchen entgegen kommt. Als Beispiel für eine solche Habitat-Abhängigkeit sei die Köcherfliegenart *Allogamus auricollis* (Abb. 50) angeführt (GRASSER et al. 1992; WARINGER 1989).



Abb. 49: Moosbüschel am Donaufer. Foto: G. Kapfer.



Abb. 50: Larven der Köcherfliege *Allogamus auricollis* in der typischer Filtrierposition. Foto: H. Hois.

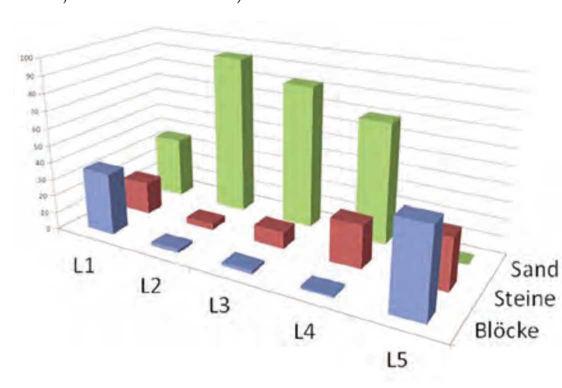


Abb. 51: Bevorzugte Choriotope der 5 Larvenstadien von *Allogamus auricollis*.

Die Larven leben im ersten Stadium unter oder rund um große Blöcke (linker blauer Balken in der Graphik, Abb. 51). Der Grund dafür ist einfach: die weiblichen Tiere benutzen große Blöcke um die Eier unter der Wasseroberfläche ablegen zu können. Hier schlüpfen die Larven und ernähren sich von Detritus oder weiden den Algenaufwuchs auf den Hartoberflächen ab. Die weiteren Stadien bevorzugen sandige Flächen, wo sie Blätter und grobes organisches Material (CPOM) fressend, aber auch die Nahrungsstoffe aus der freien Welle filtrierend leben (repräsentiert durch die drei grünen Balken in der Mitte der hinteren Balkenreihe in Abb. 51). Abb. ### zeigt die filtrierenden Larven.

Die Larven des 4. und vor allem 5. Stadiums gehen wieder zur Steinfraktion über, die den Tieren als geeigneter Schlüpfort dient. Ohne ein – in Bezug auf Zusammensetzung, Größe und Lage zueinander abgestimmtes – Set an Habitaten können die meisten der diesbezüglich hochangepassten Benthosarten nicht überleben.

Für uns Menschen, die wir die Gewässer in mannigfacher Hinsicht nützen und leider oftmals zerstören, gibt uns dieses Wissen um die Wichtigkeit der vielfältigen Unterwasser-Lebensräume den Schlüssel in die Hand, unsere Unterwasser-Umwelt harmonisch und tragfähig zu nützen, ohne die ökologische Funktionsfähigkeit der aquatischen Fauna und Flora zu beeinträchtigen.

Zusammenfassung

Ausgehend von einer Betrachtung der innigen Vernetzung aquatischer Lebensräume mit dem terrestrischen Umland und dem Grundwasserkörper behandelt der Artikel die Vielfalt der Habitate der Gewässersohle. Im speziellen wird auf die Lebensräume und die dazugehörige wirbellose Bodenfauna minerogener und organogener Choriotope eingegangen. Die Lebensräume werden kurz beschrieben und mittels Abbildungen visuell charakterisiert. Durch die Verwendung wissenschaftlicher Bezeichnungen sollen missverständliche Auffassungen vermieden werden. Anhand ausgewählter Beispiele wird die wirbellose Fauna und deren Ansprüche und Anpassungen an den Lebensraum näher beleuchtet. Im Detail werden folgende Unterwasser-Lebensräume behandelt: Felsböden, Blöcke, Steine, Kiese, Sand, Schlamm, Ton, Algen, Flechten, Moose, Farne, höhere Wasserpflanzen, Totholz, lebende Pflanzenteile, Fall-Laub. Ziel des Artikels ist, ein Bewusstsein und Interesse für die Vielfalt der unter der Wasseroberfläche befindlichen Lebensräume und ihrer tierischen Bewohner zu wecken.

Literatur

AQEM (2002): The Development and Testing of an Integrated **A**ssessment System for the Ecological **Q**uality of Streams and Rivers throughout **E**urope using Benthic **M**acroinvertebrates. — www.aqem.de.

BEHNING A. (1928): Das Leben der Wolga. — Die Binnengewässer **5**: 1-162, Stuttgart.

BRAUKMANN U. (1987): Zoozönologische und saprobiologische Beiträge zu einer allgemeinen regionalen Bachtypologie. — Arch. Hydrobiobiol./Ergebn. Limnol. **26**: 1-350.

CAR, M. & O. MOOG (2002): Diptera: Simuliidae. – Teil III, 9 p. in: MOOG, O. (Ed.) (2002): Fauna Aquatica Austriaca – Lieferung 2002. — Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.

DEPISCH B. (1999): Hydrobiologische Untersuchung des Radlbachsystems. — Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien: 178pp.

DITSCHE-KURU P. & J.H.E. KOOP (2008): Unterwasserhaftung in der Strömung – Die Haftorgane ausgewählter Eintagsfliegenlarven als mögliches Vorbild für bionische Anwendungen. — Tagungsband des 9. Bionik-Kongress, Bremen.

DITSCHE-KURU P., KOOP J.H.E. & S. GORB (2010): Haftung in der Strömung: Die Rolle der Kiemenblättchen von *Epeorus assimilis* (Ephemeroptera) bei der Anhaftung auf Substraten verschiedener Rauheit. — Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL). Erweiterte Zusammenfassungen der Jahrestagung 2009 (Oldenburg), Hardegsen 2010: 5pp.

EINSELE W. (1960): Die Strömungsgeschwindigkeit als beherrschender Faktor bei der limnologischen Gestaltung der Gewässer. — Österr. Fischerei, Suppl. **1** (2): 1-40.

FRUTIGER A. (2002): The function of the suckers of larval net-winged midges (Diptera: Blephariceridae). — Freshwater Biology **47**: 293-302. doi: 10.1046/j.1365-2427.2002.00814.x.

GRAF W. & B. DEPISCH (1999): Laterale Biotopvielfalt und ihre Bedeutung für die Köcher- und Steinfliegenfauna (Insecta: Trichoptera; Plecoptera) am Beispiel eines Wildbachsystemes in Kärnten. — Deutsche Gesellschaft für Limnologie, Tagungsbericht 1998, Bd. **2**: 749-752, Tutzing.

GRASSER U., GRAF W. & O. MOOG: (1992): The role of *Allogamus auricollis* (Trichoptera: Limnephilidae) in benthic communities of a 4th-order crystalline mountain stream with some ecological notes. — Proc. 7th Symp. Trichoptera, Umea, Sweden: 297-303.

HUSMANN S. (1966): Versuch einer ökologischen Gliederung des interstitiellen Grundwassers in Lebensbereiche eigener Prägung. — Arch. Hydrobiol. **62**: 231-268.

KOVACS T., BAUERNFEIND E., AMBRUS A. & W. REISINGER (2002): New records of mayflies from Austria. — Linzer biologische Beiträge **34** (2): 1035-1042.

MEILE T., FETTE M. & P. BAUMANN (2005): Synthese Schwall/Sunk. Publikation des Rhone-Thur Projektes. — Eawag, WSL, LCH-EPFL, Limnex. 48 pp. (PDF-Dokument 12.5 MB).

MEIßL L. (2012): Auswirkungen einer Werkskanalabkehr auf die wirbellose Bodenfauna im Leitha Werkskanal. — Masterarbeit – Institut für Hydrobiologie, Gewässermanagement (IHG), BOKU-Universität für Bodenkultur, 97pp.

MOOG O. (1988): Überlegung zur Gütebeurteilung von Flussstauen. — Schriftenreihe der oberösterreichischen Kraftwerke AG, Umweltforschung am Traunfluss, Band **3**: 110pp.

Moog O. (1990): Makrobenthologische Aspekte bei der Wiederherstellung naturnaher Flußabschnitte. — Wiener Mitt. **88**: 55-103.

Moog O. (2004): Standardisierung der habitatanteilig gewichteten Makrozoobenthos-Aufsammlung in Fließgewässern (Multi-Habitat-Samplin; MHS). — Im Auftrag des BMLFUW, 22pp.

Moog O., Konar M. & U.H. Humpesch (1994): The macrozoobenthos of the River Danube in Austria. — Lauterbornia **15**: 25-52.

Naiman R.J. & H. Decamps (1990): The ecology and management of aquatic – terrestrial ecotones. — „Man and the Biosphere Series", Vol. **4**, The parthenoin Publishing Group, 316pp.

Nehring S. & U. Albrecht (2000): Biotop, Habitat, Mikrohabitat – Ein Diskussionsbeitrag zur Begriffsdefinition. — Lauterbornia **38**: 75-84.

Önorm M6232 (1997): Richtlinien für die ökologische Untersuchung und Bewertung von Fließgewässern (zweisprachige Fassung): 84pp.

Pottgiesser T., Ehlert T., Frenz C., Friedrich G., Halle M. Lorenz A. Scharbert A. & K. van de Weyer (2005): Biozönotische Leitbilder und das höchste ökologische Potenzial für Rhein und Weser in Nordrhein-Westfalen. — LUA Merkblätter **49**: 1-122. LUA NRW (Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Hrsg.).

Reckendorfer W., Funk A., Gschopf C., Hein T & F. Schiemer (2013): Aquatic ecosystem functions of an isolated floodplain and their implications for flood retention and management. — J Appl Ecol. 2013 **50** (1): 119-128.

Rietschel P. (1961): Bau, Funktion und Entwicklung der Haftorgane der Blepharoceridenlarven. — Z. Morph. Ökol. Tiere **50**: 239-265.

Russev B. (1987): Ecology, life history and distribution of *Palingenia longicauda* (Olivier) (Ephemeroptera). — Tijd. Ent. **130**: 109-127, Amsterdam.

Sanon S., Hein T. Douven W. & P. Winkler (2012): Quantifying ecosystem service trade-offs: The case of an urban floodplain in Vienna, Austria. — J. Environ. Manage **111**: 159-172.

Schiemer F. & M. Zalewski (1992): The importance of riparian ecotones for diversity and productivityof riverine fish communities. — Neth. J. of Zoology **42**: 323-335.

Schiemer F. & H. Waidbacher (1992): Strategies for conservation of a Danubian fish fauna. — In: Boon P.J., Calow P. & G.E. Petts (eds), River Conservation and Management. John Wiley & Sons Ltd., pp. 363-382.

Schiemer F. & H. Waidbacher (1998): Zur Ökologie großer Fließgewässer am Beispiel der Fischfauna der österreichischen Donau. — Stapfia **52**, zugleich Kataloge des oberösterreich. Landesmuseums N.F. **126** (1998): 7-22.

Schmedtje U. & M. Colling (1996): Ökologische Typisierung der aquatischen Makrofauna. — Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft **4**/96, 543pp.

Schmedtje U. (1995): Ökologische Grundlagen für die Beurteilung von Ausleitungsstrecken – Beziehungen zwischen der sohlnahen Strömung, dem Gewässerbett und dem Makrozoobenthos in Fliessgewässern. — Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft, Ausgabe **25**. Herausgeber & Verlag: Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, 1995. 156pp.

Schönborn W. (1992): Fließgewässerbiologie. — G. Fischer Verlag. Jena, Stuttgart: 504pp.

Schwörbel J. (1967): Das hyporheische Interstitial als Grenzbiotop zwischen oberirdischem und subterranem Ökosystem und seine Bedeutung für die Primärproduktion von Kleinsthöhlenbewohnern. — Arch. Hydrobiol. Suppl. **33** (1): 1-62.

Star (2005): Standardisation of River Classifications: Framework method for calibrating different biological survey results against ecological quality classifications to be developed for the Water Framework Directive. — www.eu-star.at.

Statzner B. & T.F. Holm (1982): Morphological adaptations of benthic invertebrates to stream flow – An old question studied by means of a new technique (Laser Doppler Anemometry). — Oecologia **53**: 290-292.

Steffan A.W. (1965): Zur Statik und Dynamik im Ökosystem der Fließgewässer und zu den Möglichkeiten ihrer Klassifizierung. — Biosoziologie: 65-110, Den Haag.

Tittizer T. (2010): Neue Heimat für die „Theißblüte" *Palingenia longicauda*. — Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL) Erweiterte Zusammenfassungen der Jahrestagung 2009 (Oldenburg), Hardegsen 2010: 5p.

Wachs B. (1968): Die Bodenfauna der Fließgewässer in Beziehung zu den bedeutendsten Substrattypen. — Wasser und Abwasserforschung **4** (68): 124-134.

Wagner G. (1960): Einführung in die Erd- und Landschaftsgeschichte. — 3. Auflage: 1-694.

Waringer J. (1989): Life cycle, horizontal microdistribution and current resistance of *Allogamus auricollis* (Trichoptera: Limnephilidae) in an Austrian mountain brook. — Freshwater Biology **22**: 177-188.

Zwick P. (2002): Blephariceridae. — In: Moog O. (ed.), Fauna Aquatica Austriaca – Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.

Anschrift des Verfassers:

Univ.-Prof. Dr. Otto Moog
Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement
Universität für Bodenkultur
Max-Emanuel-Straße 17
1180 Wien, Austria
E-Mail: otto.moog@boku.ac.at